

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 784 626

⑫ N° d'enregistrement national : 98 13001

⑤ Int Cl<sup>7</sup> : B 60 K 6/02, B 60 K 13/04

⑫

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 16.10.98.

⑫ Priorité :

⑫ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 21.04.00 Bulletin 00/16.

⑫ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑫ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦ Demandeur(s) : RENAULT Société anonyme — FR.

⑦ Inventeur(s) : BASTIEN REMI et CORNET PIER-  
RICK OLIVIER.

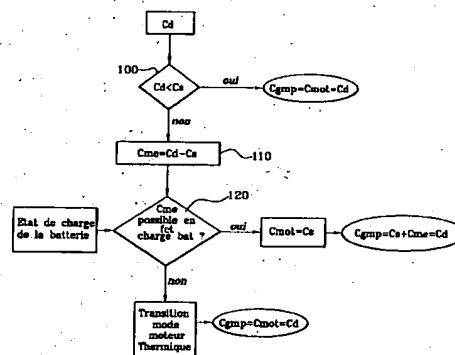
⑦ Titulaire(s) :

⑦ Mandataire(s) : RENAULT.

## ⑤ GROUPE MOTOPROPULSEUR HYBRIDE.

⑤ L'invention propose un groupe motopropulseur pour un véhicule automobile, du type comportant un moteur à combustion interne et une machine électrique, du type dans lequel, pour certains états de fonctionnement du moteur à combustion interne, celui-ci est alimenté avec un mélange air/ carburant dit pauvre dans lequel l'air est en excès par rapport au carburant, et du type dans lequel le moteur à combustion interne comporte un circuit d'échappement muni d'un dispositif de stockage des molécules d'oxydes d'azote présents dans les gaz d'échappement.

caractérisé en ce que pour certains états de fonctionnement du groupe motopropulseur, le mode d'utilisation de la machine électrique est déterminé par une unité de gestion du groupe motopropulseur afin de maintenir une température des gaz d'échappement dans le dispositif de stockage des molécules d'oxydes d'azote à l'intérieur d'une plage de températures déterminée.



FR 2 784 626 - A1



## Groupe motopropulseur hybrid

L'invention concerne un groupe motopropulseur hybride dans lequel la machine électrique est utilisée pour réguler la  
5 température des gaz d'échappement au niveau d'un dispositif de traitement des gaz d'échappement.

L'invention se rapporte plus particulièrement à un groupe motopropulseur pour un véhicule automobile, du type comportant un moteur à combustion interne susceptible  
10 d'entraîner au moins une roue motrice du véhicule et une machine électrique qui est susceptible d'être utilisée selon un mode génératrice ou selon un mode moteur dans lequel elle participe à l'entraînement du véhicule, du type dans lequel, pour certains états de fonctionnement du moteur à combustion  
15 interne, celui-ci est alimenté avec un mélange air/carburant dit pauvre dans lequel l'air est en excès par rapport au carburant, et du type dans lequel le moteur à combustion interne comporte un circuit d'échappement muni d'un dispositif de traitement des gaz d'échappement.

20 L'invention va plus particulièrement être décrite dans le cadre d'un groupe motopropulseur hybride particulier. Ce groupe motopropulseur est constitué d'un moteur à combustion interne muni d'une machine électrique intégrée au volant d'inertie. Dans un tel groupe, la machine électrique ne peut  
25 délivrer qu'une part très faible de la puissance maximale du moteur thermique qui reste donc la source principale de puissance motrice du véhicule. La machine est liée au volant d'inertie du moteur thermique, c'est-à-dire que le volant d'inertie est en réalité constitué pour l'essentiel par le rotor de  
30 la machine électrique. Ce dernier est donc lié directement à l'arbre moteur du moteur thermique, et il est généralement

interposé entre le moteur thermique et un organe de transmission tel qu'une boîte de vitesses.

Dans ce cadre, la machine électrique est généralement une machine qui peut être utilisée soit en mode moteur, soit en mode génératrice. En mode génératrice, la machine électrique remplace alors l'alternateur pour fournir un courant électrique destiné à être utilisé dans le circuit électrique du véhicule ou à être stocké dans une batterie d'accumulateurs. Au contraire, en mode moteur, la machine électrique est alimentée par du courant précédemment stocké dans la batterie d'accumulateurs et elle fournit un couple moteur sur l'arbre moteur, ce couple moteur s'ajoutant donc à celui du moteur thermique pour être transmis aux roues motrices du véhicule.

Jusqu'à présent, il est connu d'utiliser la machine électrique en mode moteur pour démarrer le moteur thermique, pour réduire les acyclismes du moteur thermique lorsque celui-ci fonctionne au régime ralenti, ou pour fournir, pendant une brève période de temps, un complément de couple permettant par exemple de faciliter un démarrage en côte ou de faciliter un dépassement.

Toutefois, l'invention n'est en aucun cas limitée à un tel groupe motopropulseur, et pourra donc être appliquée dans tous les cas de motorisation hybride dans lesquels le moteur thermique est susceptible d'entraîner à lui seul le véhicule.

L'invention est destinée à s'appliquer aux groupes motopropulseurs dans lesquels le moteur à combustion interne est susceptible de fonctionner en mélange pauvre. Le fonctionnement en mélange pauvre du moteur permet, lorsque la demande de couple du conducteur n'est pas trop importante, de limiter la consommation de carburant. Toutefois, dans le cadre d'un moteur à combustion dont les gaz d'échappement doivent être dépollués, le fonctionnement en mélange pauvre

provoque la formation d'oxydes d'azote (NOx), molécules qu'il est alors impossible de réduire dans un dispositif de catalyse classique du fait que les gaz d'échappement forment alors un milieu oxydant.

5        Aussi, pour éviter que ces oxydes d'azote ne soient rejetés dans l'atmosphère, il est connu de les stocker dans un dispositif de stockage également appelé piège à NOx ou NOx-trap.

10        Un tel dispositif de stockage des NOx permet donc d'emmagasiner les molécules de NOx produites lorsque le moteur fonctionne à mélange pauvre, sous réserve que la température du dispositif soit comprise à l'intérieur d'une certaine plage de températures, par exemple comprise entre 250 et 450°C. Lorsque le moteur est au contraire utilisé en  
15        l'alimentant avec un mélange carburé riche, c'est-à-dire présentant un excès de carburant par rapport à l'air, les gaz d'échappement deviennent alors réducteurs, ce qui permet la réduction des oxydes d'azote NOx, et ce qui permet de vider le piège à NOx afin de pouvoir de nouveau faire fonctionner le  
20        moteur en mélange pauvre.

25        Par ailleurs, il est apparu que les pièges à NOx pouvaient non seulement emmagasiner les oxydes d'azote NOx, mais qu'ils pouvaient aussi emmagasiner les oxydes de soufre (SOx). Or, si le stockage des oxydes de soufre peut se faire aux mêmes températures que le stockage et le  
30        déstockage des oxydes d'azote, le déstockage des oxydes de soufre ne peut se faire que lorsque les gaz d'échappement forment un milieu réducteur et que lorsque la température du dispositif de stockage est supérieure à une certaine température, par exemple supérieure à 650°.

Aussi, afin que le piège à NOx puisse remplir son rôle de manière efficace, il est donc nécessaire, de temps en

temps, d'effectuer une purge de celui-ci pour le libérer des oxydes de soufre.

On le voit, pour assurer une dépollution complète des gaz d'échappement, il est donc nécessaire de pouvoir maîtriser la température du dispositif de stockage des oxydes d'azote NOx. Or, la température de ce dispositif est essentiellement dépendante de la température et du débit des gaz d'échappement qui le traversent.

Ainsi, pour maîtriser la température du dispositif de stockage des NOx, il est nécessaire de maîtriser la température des gaz d'échappement.

Or, la température des gaz d'échappement dépend essentiellement de la charge du moteur, c'est-à-dire de la quantité de carburant qui est injecté à chaque cycle dans le cylindre. Toutefois, on ne peut se contenter d'agir sur la charge du moteur pour faire varier la température car la charge détermine également le couple délivré, et c'est ce dernier paramètre qui est le plus important car il doit être en permanence ajusté de manière à correspondre au plus près à la demande de couple qui est formulée par le conducteur, celui-ci agissant par exemple sur une pédale d'accélérateur.

Aussi, dans l'art antérieur, il est proposé de pouvoir modifier la température des gaz d'échappement sans modifier le couple fourni par le moteur, en jouant notamment sur l'avance à l'allumage.

Or, en modifiant l'avance à l'allumage, on modifie de manière importante le rendement énergétique du moteur et, pour obtenir une augmentation de la température des gaz d'échappement, on est obligé de modifier l'avance à l'allumage dans un sens tel que le rendement s'en trouve diminué. Aussi, pour que le moteur fournisse un même couple demandé par le conducteur, il sera nécessaire d'utiliser une quantité de

carburant plus importante, au détriment de la consommation du véhicule.

De ce fait, l'invention a pour objet de proposer une nouvelle conception d'un groupe motopropulseur du type décrit précédemment, dans lequel le moteur thermique et la machine électrique sont commandés de manière à répondre à tout moment aux sollicitations du conducteur avec une faible consommation de carburant, et en permettant, à tout moment, une dépollution irréprochable des gaz d'échappement.

10 Dans ce but, l'invention propose un groupe motopropulseur du type décrit précédemment, caractérisé en ce que pour certains états de fonctionnement du groupe motopropulseur, le mode d'utilisation de la machine électrique est déterminé par une unité de gestion du groupe  
15 motopropulseur afin de maintenir une température des gaz d'échappement dans le dispositif de traitement à l'intérieur d'une plage de températures déterminée.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- le dispositif de traitement est un dispositif stockage  
20 des molécules d'oxydes d'azote présentes dans les gaz d'échappement ;

- pour certains états de fonctionnement du groupe motopropulseur, le moteur thermique étant alimenté avec un mélange pauvre, et la demande de couple devenant supérieure  
25 à une valeur de seuil pour laquelle la température du dispositif de stockage des oxydes d'azote devient supérieure à une température maximale de stockage, l'unité de gestion du groupe motopropulseur commande la machine électrique dans son mode moteur pour fournir un couple moteur de manière à  
30 répondre à la demande de couple, afin de maintenir la température des gaz d'échappement dans une plage de températures permettant le stockage des oxydes d'azote tout

en alimentant le moteur à combustion avec un mélange pauvre ;

- le moteur à combustion est pourvu d'un système d'injection directe du carburant dans le cylindre grâce auquel, pour certains états de fonctionnement du moteur, celui-ci est alimenté avec un mélange air/carburant stratifié dans lequel la répartition du carburant dans le cylindre n'est pas homogène, et en ce que, pour certains états de fonctionnement du groupe motopropulseur, le moteur thermique étant alimenté avec un mélange pauvre stratifié, et la demande de couple devenant supérieure à une valeur de seuil pour laquelle la température du dispositif de stockage des oxydes d'azote devient supérieure à une température maximale de stockage, l'unité de gestion du groupe motopropulseur commande la machine électrique dans son mode moteur pour fournir un couple moteur de manière à répondre à la demande de couple, afin de maintenir la température des gaz d'échappement dans une plage de températures permettant le stockage des oxydes d'azote tout en alimentant le moteur à combustion avec un mélange stratifié ;

- pour certains états de fonctionnement du moteur, pour maintenir la température du dispositif de stockage des oxydes d'azote au dessus d'une température minimale, l'unité de gestion commande la machine électrique dans son mode génératrice pour fournir un couple résistant s'opposant au couple moteur fourni par le moteur à combustion, ce dernier étant commandé pour fournir un couple égal à la somme du couple demandé par le conducteur avec le couple résistant de la machine électrique, de manière à provoquer une augmentation de la température des gaz d'échappement ;

- la machine électrique est commandée dans son mode génératrice pour maintenir la température du dispositif de

stockage des oxydes d'azote dans une plage de températures permettant une purge des oxydes de soufre contenus dans le dispositif de stockage des oxydes d'azote ;

- la machine électrique est commandée dans son mode  
5 génératrice pour maintenir la température du dispositif de stockage des oxydes d'azote dans une plage de températures permettant le stockage et le déstockage des oxydes d'azote ;

- le moteur à combustion est un moteur à injection directe ;

10 - la machine électrique est intégrée au volant d'inertie du moteur à combustion ;

- le moteur à combustion est un moteur à allumage commandé.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention  
15 apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique illustrant un groupe motopropulseur selon l'invention ;

20 - les figures 2A à 2D sont des graphes illustrant le fonctionnement d'un moteur selon l'état de la technique ;

- les figures 3A à 3D sont des graphes illustrant, dans les mêmes conditions, le fonctionnement d'un groupe motopropulseur selon l'invention, optimisé pour limiter la  
25 consommation de carburant et la pollution ;

- la figure 4 est un organigramme illustrant les principales étapes d'un premier procédé de commande d'un groupe motopropulseur intégrant les enseignements de l'invention ;

30 - les figures 5A à 5D sont des graphes illustrant la gestion d'un groupe motopropulseur selon l'état de la technique lorsqu'il s'agit d'élever la température des gaz



d'échappement pour permettre une purg des oxydes de soufre  $SO_x$  ;

- les figures 6A à 6D sont des graphes illustrant la gestion d'un moteur selon l'invention pour permettre le  
5 déstockage des oxydes de soufre retenus dans le dispositif de stockage ; et

- la figure 7 est un organigramme illustrant les principales étapes d'un second procédé de commande d'un groupe motopropulseur selon l'invention permettant d'assurer  
10 la fonction de purge.

On a représenté sur la figure 1 de manière schématique un groupe motopropulseur 10 de type hybride, plus particulièrement un groupe motopropulseur 10 constitué d'un moteur thermique 12, par exemple un moteur à combustion  
15 interne à pistons alternés, qui est muni d'une machine électrique 14 intégrée à son volant d'inertie. Le rotor 16 de la machine électrique 14 est donc solidaire en rotation de l'arbre moteur 18 du moteur thermique 12 de sorte que la machine électrique 14 se trouve interposée entre le moteur thermique  
20 12 et un organe de transmission 20 qui peut par exemple être une boîte de vitesses munie d'un embrayage.

Une unité centrale de gestion 22 commande le fonctionnement du moteur thermique 12 et de la machine électrique 14 en fonction de divers paramètres et notamment en fonction  
25 d'un couple  $C_d$  demandé par le conducteur.

Le conducteur du véhicule manifeste sa demande de couple en agissant sur un organe d'interface tel qu'une pédale d'accélérateur.

Le moteur thermique 12 fournit un couple moteur  $C_{mot}$  tandis que la machine électrique 14 impose à l'arbre moteur  
30  $C_{me}$  qui est positif lorsque la machine électrique est utilisée en tant que moteur et qui est négatif lorsque la machine

électrique est utilisée en tant que génératrice. Ainsi, le groupe motopropulseur 10 fournit au dispositif de transmission un couple  $C_{gmp}$  qui est égale à la somme algébrique des couples  $C_{mot}$  et  $C_{me}$ .

5        Lorsqu'elle est utilisée en tant que génératrice, la machine électrique 14, dont le rotor 16 est alors entraîné en rotation soit par l'arbre moteur 18, soit par la transmission 20, produit du courant qui est susceptible d'être utilisé par un circuit électrique du véhicule ou d'être stocké dans une  
10    batterie d'accumulateurs.

Conformément aux enseignements de l'invention, le moteur thermique 12 est un moteur susceptible de fonctionner avec un mélange pauvre, c'est-à-dire un mélange carburé dans lequel l'air se trouve en excès par rapport à la quantité de  
15    carburant. Bien entendu, le moteur n'est utilisé en mélange pauvre que pour des charges relativement faibles, c'est-à-dire des demandes de couple relativement faibles du conducteur, la puissance maximale du moteur ne pouvant être obtenue qu'avec des richesses supérieures ou égales à la richesse  
20    unitaire, c'est-à-dire lorsque le mélange carburé présente un excès de carburant par rapport à l'équilibre stoechiométrique de la réaction de combustion.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, le moteur à combustion interne 12 est un moteur à allumage  
25    commandé et à injection directe de carburant.

L'injection directe de carburant permet d'utiliser des mélanges carburés particulièrement pauvres, l'inflammation du mélange étant favorisée par le fait que l'injection directe permet d'alimenter le moteur avec une charge pauvre  
30    stratifiée, c'est-à-dire un charge dans laquelle le carburant qui est injecté dans le cylindre n'est pas réparti de manière homogène dans celui-ci au moment de l'allumage, le carburant

étant alors regroupé le plus possible au voisinage de la bougie d'allumage, de manière à présenter une concentration locale suffisante pour l'initiation de la combustion. Par rapport à un mélange pauvre homogène, un mélange pauvre stratifié peut  
5 donc permettre un fonctionnement correct du moteur avec encore moins de carburant, ceci au bénéfice de la consommation du groupe motopropulseur.

Selon l'invention, le moteur 12 est par ailleurs pourvu d'un système de dépollution des gaz d'échappement. De  
10 manière classique, s'agissant d'un moteur à allumage commandé, il comporte un catalyseur trois voies qui permet de réduire de manière conséquente la teneur des gaz d'échappement en hydrocarbure (HC), en oxydes d'azote (NOx) et en monoxyde de carbone (CO).

15 Cependant, un tel catalyseur trois voies ne fonctionne généralement que pour des valeurs de richesse très proches de la valeur unitaire, c'est-à-dire uniquement lorsque le mélange carburé présente le rapport stoechiométrique entre les quantités de carburant d'air introduites dans le mélange  
20 pour la combustion. Le rapport stoechiométrique est sensiblement de 1g de carburant pour 14,7g d'air.

Aussi, pour assurer une dépollution efficace des gaz d'échappement lorsque le moteur est utilisé avec un mélange pauvre, il est prévu par ailleurs un dispositif de stockage des  
25 oxydes d'azote (NOx) également appelé piège à NOx ou NOx-trap. En effet, lorsque le moteur est alimenté en mélange pauvre, les émissions d'hydrocarbures HC et de monoxydes de carbone sont très faibles, tandis qu'au contraire l'excès d'oxygène tend à favoriser la formation de molécules d'oxydes  
30 d'azote (NOx).

Ainsi, lorsque le moteur est utilisé en mélange pauvre, les oxydes d'azote sont stockés au fur et à mesure dans le

dispositif de stockage. Au contraire, lorsque le moteur est alimenté avec un mélange stoechiométrique ou avec un mélange riche, il est alors possible de déstocker les molécules d'oxydes d'azote obtenus dans le dispositif de stockage.

5        Selon un premier aspect de l'invention, l'unité centrale de gestion 22 du groupe motopropulseur 10 va donc commander le moteur thermique 12 et la machine électrique 14 de manière à ce que, lorsque le moteur fonctionne à mélange pauvre, la température des gaz d'échappement soit telle que  
10    ceux-ci maintiennent le dispositif de stockage à l'intérieur d'une fenêtre de températures comprise entre une température basse  $T_{min}$ , par exemple  $250^{\circ}$ , et une température haute  $T_{max}$ , par exemple  $450^{\circ}$ . A l'intérieur de cette plage de températures, les réactions de stockage et de déstockage des  
15    NOx peuvent se réaliser.

On a illustré sur les figures 2A à 2D une méthode classique de gestion de la température des gaz d'échappement dans le cas d'un moteur fonctionnant en mélange pauvre.

On a illustré sur la figure 2A la vitesse  $V$  du véhicule en  
20    fonction du temps. On se situe ici dans le cas où le conducteur souhaite provoquer une accélération du véhicule, cette accélération permettant le passage du véhicule de la vitesse  $V_1$ , égale par exemple à 70km/h, à la vitesse  $V_2$ , égale par exemple à 100 km/h, ceci entre les instants  $t_1$  et  $t_3$ . Pour  
25    provoquer cette accélération, il est donc nécessaire de commander le moteur thermique 12 de manière à ce qu'il fournisse un supplément de couple permettant cette accélération.

On a représenté sur la figure 2B la température des gaz  
30    d'échappement qui résulterait de la commande du moteur thermique si on obligeait ce dernier à rester en fonctionnement en mélange pauvre. On voit que, jusqu'à l'instant  $t_1$ , le moteur

est commandé pour maintenir le véhicule à la vitesse  $V_1$  de 70 km/h et la température de ces gaz d'échappement, au niveau du dispositif de stockage des NOx, est par exemple égale à la température  $T_1$  de 400°C. On se trouve alors dans la fenêtre de stockage de sorte que l'opération de stockage peut effectivement se réaliser.

Puis, à partir de l'instant  $t_1$ , le supplément de couple demandé au moteur thermique 12, toujours commandé en mélange pauvre, provoquerait une augmentation de la température des gaz d'échappement, ceux-ci pouvant atteindre au cours de l'accélération une température égale à la température  $t_2$ , par exemple 500°C, c'est-à-dire supérieure à la température  $T_{max}$  de stockage des oxydes d'azote. En effet, on voit sur la courbe qu'au-delà de l'instant  $t_2$ , la température des gaz d'échappement viendrait à dépasser les 450°.

Il existe donc un couple de seuil  $C_s$  au-delà duquel le moteur thermique ne peut pas aller, lorsqu'il est alimenté en mélange pauvre, sans que la température des gaz d'échappement ne dépasse une température pour laquelle le dispositif de stockage des NOx atteint une température supérieure à la température maximale de stockage qui est d'environ 450°. Ce couple  $C_s$  est inférieur au couple maximum que le moteur est susceptible de fournir en régime pauvre.

Aussi, pour éviter que des oxydes d'azote ne soient rejetés dans l'atmosphère, on peut voir à la figure 2C qui illustre la richesse  $R$  du mélange carburé fourni au moteur, que, à partir de l'instant  $t_2$ , on est obligé de commander le moteur thermique 12 selon l'état de la technique de manière qu'il soit alimenté avec un mélange carburé stoechiométrique, ceci afin de permettre une dépollution des gaz d'échappement par le catalyseur à trois voies. Or, un tel basculement du fonctionnement du moteur thermique est néfaste en ce qu'il

concerne la consommation du moteur, ceci étant dû d'une part au fait que le rendement du moteur est moins bon à la richesse unitaire que lors de l'utilisation d'un mélange pauvre, et ceci étant par ailleurs renforcé par le fait que le basculement de mode provoque une phase transitoire au cours de laquelle le rendement du moteur est particulièrement mauvais.

On a illustré sur la figure 2D la courbe de variation de température du dispositif de stockage des NOx lorsque le moteur est commandé selon l'état de la technique, conformément à ce qui est illustré à la figure 2C. On voit donc qu'à partir de l'instant  $t_2$ , lors du basculement en mode stoechiométrique, la température des gaz d'échappement augmente de manière importante au niveau du dispositif de stockage, toujours pour obtenir la même accélération qui permet au véhicule de passer de 70 à 100 km/h. La température maximale peut cette fois atteindre 600°C et ceci est par ailleurs renforcé par le fait que, à la richesse unitaire, il se produit une combustion du CO et des HC dans le NOx-trap, réaction particulièrement exothermique qui contribue à l'élévation de température. Comme on peut le voir sur la figure 2D, cette élévation de température se prolonge bien au delà de la fin de la période d'accélération et tend à maintenir la température dans le dispositif de stockage à une température supérieure à la température maximale de stockage de 450°, ceci bien que, comme on peut le voir plus particulièrement sur la figure 2B, il serait possible théoriquement de maintenir le véhicule à sa nouvelle vitesse  $V_2$  en alimentant le moteur en mélange pauvre et en obtenant alors une température  $T_3$  des gaz d'échappement dans le dispositif de stockage d'environ 430°, température compatible avec la réaction de stockage.

Comme on le voit donc à la figure 2C, on est alors obligé d maintenir le moteur en mode de fonctionnement

stoechiométrique bien au delà de l'instant  $t_4$  à partir duquel on pourrait envisager, en dehors des problèmes de dépollution, de commander le moteur de nouveau en mélange pauvre pour maintenir le véhicule à la vitesse  $V_2$  de 100 km/h.

5           On a illustré sur les figures 3A à 3D un mode de commande d'un groupe motopropulseur selon l'invention qui permet, au cours d'une accélération du type de celle qui vient d'être décrite, de maintenir le moteur thermique 12 en fonctionnement en mélange pauvre, ceci bien entendu sans  
10 provoquer d'émission d'oxydes d'azote dans l'atmosphère. Les graphes des figures 3A et 3B sont identiques à ceux des figures 2A et 2B.

Sur le graphe de la figure 3C, qui illustre le mode d'utilisation de la machine électrique 14, on peut voir qu'à  
15 partir de l'instant  $t_2$  au delà duquel le couple demandé par le conducteur devient supérieur au couple de seuil  $C_s$  que le moteur thermique est susceptible de fournir sans que la température du dispositif de stockage ne dépasse la température maximale  $T_{max}$  de stockage des  $NO_x$ , la machine  
20 électrique 14 est commandée pour fonctionner selon son mode moteur dans lequel elle fournit un couple moteur aux roues motrices du véhicule, bien entendu en prélevant de l'énergie électrique précédemment stockée dans la batterie d'accumulateurs.

25           Sur la figure 3C on a illustré un état de fonctionnement du groupe motopropulseur 10 dans lequel, en dehors de la période d'accélération, la machine électrique est utilisée en tant que génératrice, par exemple pour recharger la batterie d'accumulateurs. Cependant, pour d'autres états de  
30 fonctionnement du moteur, la machine électrique 14 pourrait être au repos, ou encore être utilisée en tant que moteur, en fonction d'autres paramètres de fonctionnement du véhicule.

L'invention réside dans le fait que l'un des paramètres selon lequel l'unité de gestion 22 commande la machine électrique 14 est, directement ou indirectement, la température du dispositif de stockage des NOx.

5        Dès lors, on peut voir à la figure 3D que la température du dispositif de stockage reste à l'intérieur de la plage de températures pour lesquelles les réaction de stockage des NOx sont possibles. Dans le même temps, comme on peut le voir à la figure 3A, l'ensemble du groupe motopropulseur 10  
10    délivre un couple suffisant pour que le véhicule accélère selon le désir du conducteur.

      A l'instant  $t_3$ , quand l'accélération cesse et que la demande de couple baisse, on se retrouve alors à un niveau de couple demandé par le conducteur qui est inférieur au  
15    couple de seuil défini précédemment. Il est alors possible de diminuer progressivement l'intervention de la machine électrique 14 pour ne plus entraîner le véhicule qu'avec le moteur thermique, ce dernier n'ayant jamais cessé d'être alimenté avec un mélange pauvre.

20        Ainsi, grâce à l'invention, on évite le basculement du mode de fonctionnement du moteur thermique d'un mode de fonctionnement en mélange pauvre vers un mode de fonctionnement en mélange stoechiométrique, ceci au bénéfice du rendement et de la consommation en carburant du groupe  
25    motopropulseur.

      Pour mettre en oeuvre un procédé de commande d'un groupe motopropulseur selon l'invention, on peut donc suivre les principales étapes de l'organigramme illustré à la figure 4. Sur cet organigramme, on peut voir à l'étape 100 que l'on  
30    vérifie tout d'abord si le couple demandé  $C_d$  est inférieur ou non au couple de seuil  $C_s$  défini plus haut. Si oui, il suffit alors de commander le moteur thermique 12 de manière qu'il délivre



ce couple  $C_d$  demandé par le conducteur, ceci sans qu'il soit besoin de modifier le mode de fonctionnement et le moteur pouvant fonctionner en mélange pauvre.

Dans le cas contraire, on calcule à l'étape 110 le couple moteur que doit fournir la machine électrique 14. Ce couple  $C_{me}$  est égal à la différence du couple  $C_d$  demandé par le conducteur auquel on retranche le couple de seuil  $C_s$ .

A l'étape 120, on vérifie, notamment en fonction de l'état de charge de la batterie d'accumulateurs, s'il est possible ou non à la machine électrique de fournir ce couple.

Si cela est possible, le groupe motopropulseur 10 est commandé par l'unité de gestion 22 de telle sorte que le moteur thermique 12 fournisse un couple égal à son couple de seuil  $C_s$  tandis que la machine électrique 14 fournit le couple moteur  $C_{me}$  calculé à l'étape 110. Ainsi, le groupe motopropulseur 10 fournit au véhicule le couple total  $C_{gmp} = C_s + C_{me}$  qui est égal au couple  $C_d$  demandé par le conducteur.

Dans le cas où, par exemple, l'état de charge de la batterie ne permettrait pas à la machine électrique 14 de fournir le couple suffisant, on serait alors obligé, pour satisfaire la demande de couple  $C_d$  sans provoquer d'émission d'oxydes d'azote, de provoquer un basculement de mode de fonctionnement du moteur, le moteur thermique 12 étant alors alimenté avec un mélange stoechiométrique et étant commandé pour fournir un couple moteur  $C_{mot}$  égal au couple demandé par le conducteur.

Dans l'exemple qui vient d'être décrit, on a décrit un procédé de commande du groupe motopropulseur 10 qui permet, dans certains cas, d'éviter le basculement du moteur thermique d'un mode de fonctionnement en mélange pauvre en vers un mode de fonctionnement en mélange homogène.

Toutefois, dans le cadre d'un moteur thermique à injection directe, on peut prévoir de mettre en oeuvre le même genre de stratégie de commande pour éviter le basculement du moteur thermique d'un mode de fonctionnement en mélange pauvre stratifié vers un mode de fonctionnement en mélange pauvre homogène, ceci afin d'améliorer encore le rendement du groupe motopropulseur.

Un autre cas d'application de l'invention est envisagé pour effectuer une purge des oxydes de soufre contenus dans le dispositif de stockage des oxydes d'azote.

En effet, un tel déstockage des oxydes de soufre  $\text{SO}_x$  ne peut se faire que lorsque la température dans le dispositif de stockage est supérieur à une température de seuil  $T_s$ , par exemple égale à  $650^\circ\text{C}$ . Bien entendu, un tel déstockage des oxydes de soufre, qui est la conséquence d'une réaction de réduction, ne peut se produire que lorsque les gaz d'échappement forment un milieu réducteur, c'est-à-dire uniquement lorsque le moteur thermique 12 est alimenté avec un mélange carburé dont la richesse est au moins égale à 1, voire supérieure.

Cependant, même lorsque le moteur est alimenté avec un mélange stoechiométrique, il est rare que dans des conditions de fonctionnement normales du véhicule, les gaz d'échappement permettent au dispositif de stockage d'atteindre une telle température.

Aussi, lorsque le véhicule roule à une vitesse stabilisée, par exemple à la vitesse  $V_1$  de 100 km/h, pour obtenir une élévation de température, sans modifier le couple fourni par le moteur thermique 12, on est obligé, selon l'état de la technique, de modifier l'avance à l'allumage du moteur 12 afin d'en dégrader le rendement. Ainsi, pendant tout l'intervalle de temps de la purge compris entre les instants  $t_1$  et  $t_2$ , on réduit

la valeur A de l'avance à l'allumage, ainsi que cela est représenté à la figure 5B, et en même temps, pour compenser la baisse de rendement, on augmente l'angle d'ouverture  $\alpha_{pap}$  du papillon d'admission d'air ainsi que cela est représenté à la figure 5C, ce qui correspond obligatoirement, vu que l'on a une  
5 richesse unitaire, à une augmentation de la quantité de carburant introduite à chaque cycle dans les cylindres.

De la sorte, on peut voir à la figure 5D que l'on peut obtenir, grâce à cet artifice, une température des gaz d'échappement qui atteint la température  $T_s$  nécessaire au  
10 déstockage des oxydes de soufre, c'est-à-dire la température de 650°C. Cependant, en utilisant ce procédé selon l'état de la technique, on voit que, durant toute la durée de la purge des oxydes de soufre, on est obligé de fournir au moteur thermique plus de carburant, sans que cela soit rendu nécessaire par  
15 ailleurs par une volonté du conducteur d'accélérer, ou par la présence d'une pente à gravir.

Au contraire, grâce au procédé selon l'invention, on va provoquer, comme on peut le voir sur les figures 6A à 6D, une  
20 élévation de température des gaz d'échappement obtenue, comme on peut le voir à la figure 6C, par le fait que le moteur thermique est alimenté durant toute cette période avec une quantité de carburant qui permet d'obtenir une telle élévation de température.

25 Cependant, grâce à l'invention, il n'est pas nécessaire de diminuer le rendement du moteur pour maintenir une vitesse constante. En effet, selon l'invention, l'unité centrale de gestion commande la machine électrique 14 de manière à ce que, pendant la durée de la purge, la machine 14 produit du courant électrique, c'est-à-dire qu'elle fonctionne en mode  
30 génératrice. La machine électrique 14 absorbe alors un couple et l'unité de gestion 22 commande la machine 14 de telle

manière que le couple absorbé soit égal à l'excédant de couple fourni par le moteur thermique par rapport au couple demandé par le conducteur.

Ainsi, contrairement à l'état de la technique, l'élévation de température qui est obtenue en brûlant une quantité plus importante de carburant n'est pas perdue puisque l'énergie supplémentaire fournie par ce carburant est transformée en énergie électrique qui est stockée dans la batterie d'accumulateurs et qui peut être utilisée ultérieurement.

Comme dans le premier exemple de réalisation de l'invention, la machine électrique 14 pourrait, en dehors du temps de purge, être utilisée en mode moteur ou être au repos, en fonction d'autres paramètres de fonctionnement du véhicule.

On a illustré sur la figure 7 un organigramme illustrant les principales étapes d'un procédé permettant d'effectuer, selon l'invention, une purge des oxydes de soufre contenus dans le dispositif de stockage des oxydes d'azote.

Tout d'abord, à l'étape 200, l'unité de gestion 22 du groupe motopropulseur 10 commande le moteur thermique de manière à ce que celui-ci soit alimenté avec un mélange carburé dans les proportions stoechiométriques, c'est-à-dire à la richesse unitaire. Ensuite, à l'étape 210, on vérifie si la température  $T$  du dispositif de stockage des  $\text{NO}_x$  est supérieure ou non à la température minimale  $T_s$  de purge des oxydes de soufre, c'est-à-dire environ  $650^\circ$ .

Si oui, ce qui peut être le cas en forte charge lorsque le conducteur demande un couple élevé, l'unité centrale de gestion laisse la machine électrique 14 au repos et commande le moteur thermique de manière que celui-ci fournisse l'intégralité de couple  $C_d$  demandé par le conducteur.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire si la température  $T$  du dispositif de stockage des  $\text{NO}_x$  est inférieure à la température  $T_s$  de  $650^\circ$ , on évalue à l'étape 220 la valeur du couple  $C_{me}$  que doit absorber la machine électrique 14 pour  
5 que l'élévation correspondante du couple fourni par le moteur thermique soit à l'origine d'une hausse suffisante de la température des gaz d'échappement afin de parvenir à la température nécessaire du dispositif de stockage des  $\text{NO}_x$ . Le couple  $C_{me}$  est donc un couple négatif et l'on vérifie, toujours  
10 à l'étape 220, notamment en fonction de l'état de charge de la batterie, s'il est effectivement possible que la machine électrique 14 absorbe un tel couple.

Si oui, le moteur thermique est donc commandé pour fournir le couple  $C_{mot}$  qui est égal au couple  $C_d$  demandé par  
15 le conducteur moins le couple  $C_{me}$  fourni par la machine électrique 14, qui est négatif car la machine électrique 14 absorbe alors de la puissance.

A l'étape 230, on vérifie si la température  $T$  du dispositif de stockage des  $\text{NO}_x$  est bien supérieure au niveau de seuil  $T_s$   
20 de  $650^\circ$ . Dans l'affirmative, l'unité de gestion 22 continue de commander le groupe motopropulseur 10 de cette manière jusqu'à la fin de l'opération de purge des molécules d'oxydes de soufre.

Si jamais cette température de  $650^\circ$  n'est pas atteinte,  
25 on met alors en oeuvre une stratégie de modification de l'avance qui, en remplacement de la stratégie définie plus haut ou en complément de celle-ci, permet comme on l'a vu dans la description de l'état de la technique, d'augmenter la température des gaz d'échappement.

30 Dans le deuxième exemple de réalisation de l'invention, on a décrit un procédé de commande d'un moteur dans lequel on cherchait à maintenir la température du dispositif de

stockage des oxydes d'azote au-dessus du niveau de seuil  $T_s$  de purge des oxydes de soufre. Bien entendu, le même procédé pourra être adapté pour maintenir ladite température au-dessus de la température minimale  $T_{min}$  de stockage et de  
5 déstockage des oxydes d'azote.

De même, la portée de l'invention peut être étendue à tout groupe motopropulseur dans lequel le mode de fonctionnement de la machine électrique est déterminée en fonction de la température de fonctionnement d'un dispositif de  
10 traitement des gaz d'échappement, quel que soit sa nature.

REVENDICATIONS

1. Groupe motopropulseur pour un véhicule automobile, du type comportant un moteur à combustion interne (12) susceptible d'entraîner au moins une roue motrice du véhicule et une machine électrique (14) qui est susceptible d'être utilisée selon un mode génératrice ou selon un mode moteur dans lequel elle participe à l'entraînement du véhicule, du type dans lequel, pour certains états de fonctionnement du moteur à combustion interne (12), celui-ci est alimenté avec un mélange air/carburant dit pauvre dans lequel l'air est en excès par rapport au carburant, et du type dans lequel le moteur à combustion interne (12) comporte un circuit d'échappement muni d'un dispositif de traitements des gaz d'échappement,

caractérisé en ce que pour certains états de fonctionnement du groupe motopropulseur (10), le mode d'utilisation de la machine électrique (14) est déterminé par une unité de gestion (22) du groupe motopropulseur afin de maintenir une température des gaz d'échappement dans le dispositif de traitement à l'intérieur d'une plage de températures déterminée.

2. Groupe motopropulseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de traitement est un dispositif stockage des molécules d'oxydes d'azote présentes dans les gaz d'échappement.

3. Groupe motopropulseur selon la revendication 2, caractérisé en ce que, pour certains états de fonctionnement du groupe motopropulseur, le moteur thermique (12) étant alimenté avec un mélange pauvre, et la demande de couple (Cd) dev nant supéri ure à une valeur de seuil (Cs) pour laquelle la température du dispositif de stockage des oxydes d'azote devient supérieure à une températur maximale de

stockage ( $T_{max}$ ), l'unité de gestion du groupe motopropulseur commande la machine électrique (14) dans son mode moteur pour fournir un couple moteur ( $C_{me}$ ) de manière à répondre à la demande de couple ( $C_d$ ), afin de maintenir la température des gaz d'échappement dans une plage de températures permettant le stockage des oxydes d'azote tout en alimentant le moteur à combustion (12) avec un mélange pauvre.

4. Groupe motopropulseur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le moteur à combustion est pourvu d'un système d'injection directe du carburant dans le cylindre grâce auquel, pour certains états de fonctionnement du moteur, celui-ci est alimenté avec un mélange air/carburant stratifié dans lequel la répartition du carburant dans le cylindre n'est pas homogène, et en ce que, pour certains états de fonctionnement du groupe motopropulseur, le moteur thermique (12) étant alimenté avec un mélange pauvre stratifié, et la demande de couple ( $C_d$ ) devenant supérieure à une valeur de seuil ( $C_s$ ) pour laquelle la température du dispositif de stockage des oxydes d'azote devient supérieure à une température maximale de stockage ( $T_{max}$ ), l'unité de gestion (22) du groupe motopropulseur (10) commande la machine électrique (14) dans son mode moteur pour fournir un couple moteur ( $C_{me}$ ) de manière à répondre à la demande de couple ( $C_d$ ), afin de maintenir la température des gaz d'échappement dans une plage de températures permettant le stockage des oxydes d'azote tout en alimentant le moteur à combustion (12) avec un mélange stratifié.

5. Groupe motopropulseur selon la revendication 2, caractérisé en ce que, pour certains états de fonctionnement du moteur, pour maintenir la température du dispositif de stockage des oxydes d'azote au dessus d'une température minimale ( $T_s$ ), l'unité de gestion (22) commande la machine



électrique (14) dans son mode génératrice pour fournir un couple résistant ( $C_{me}$ ) s'opposant au couple moteur fourni par le moteur à combustion (12), ce dernier étant commandé pour fournir un couple ( $C_{mot}$ ) égal à la somme du couple ( $C_d$ ) demandé par le conducteur avec le couple résistant ( $C_{me}$ ) de la machine électrique (14), de manière à provoquer une augmentation de la température des gaz d'échappement.

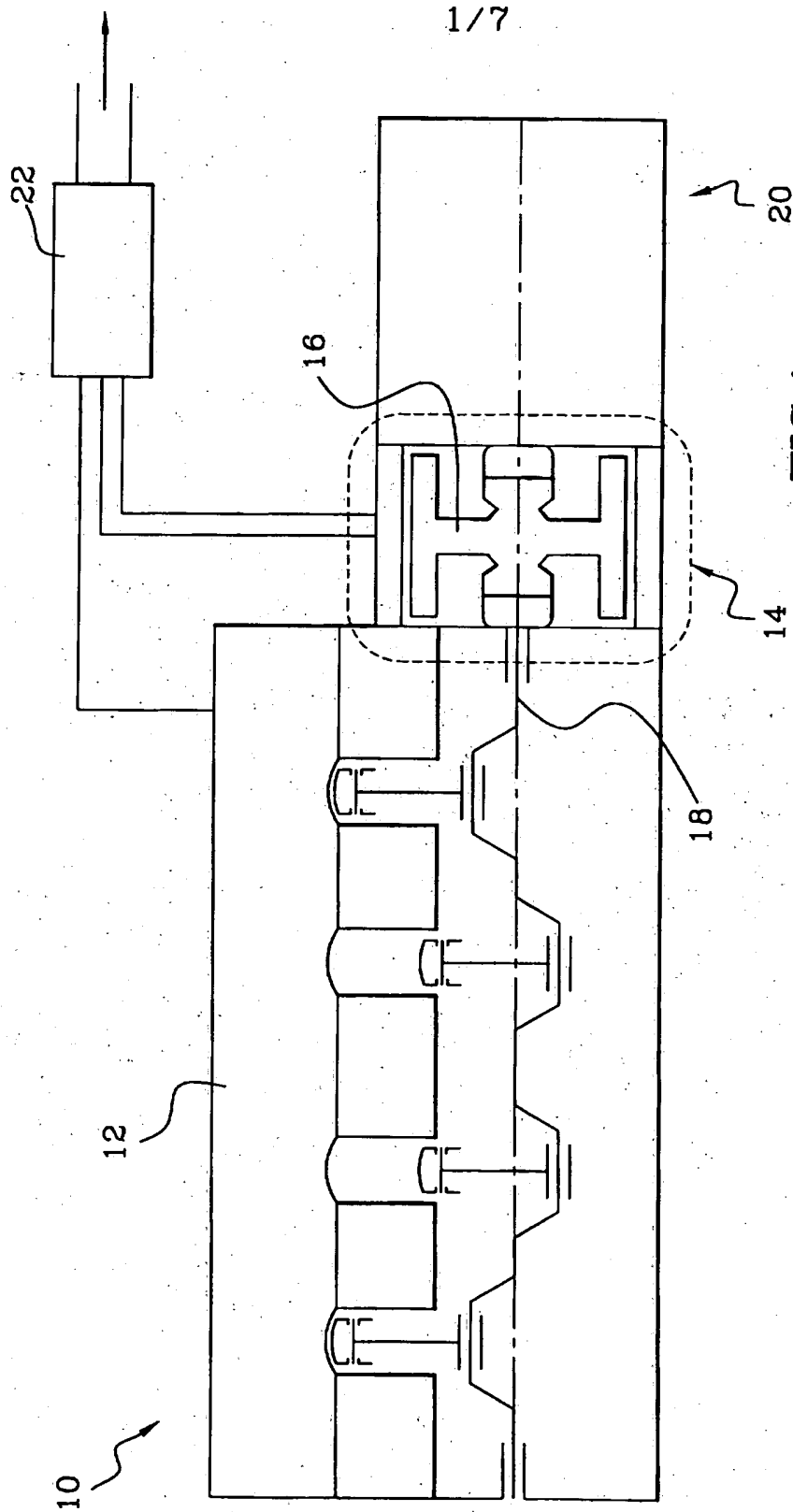
6. Groupe motopropulseur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la machine électrique (14) est commandée dans son mode génératrice pour maintenir la température du dispositif de stockage des oxydes d'azote dans une plage de températures permettant une purge des oxydes de soufre contenus dans le dispositif de stockage des oxydes d'azote.

7. Groupe motopropulseur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la machine électrique est commandée dans son mode génératrice pour maintenir la température du dispositif de stockage des oxydes d'azote dans une plage de températures permettant le stockage et le déstockage des oxydes d'azote.

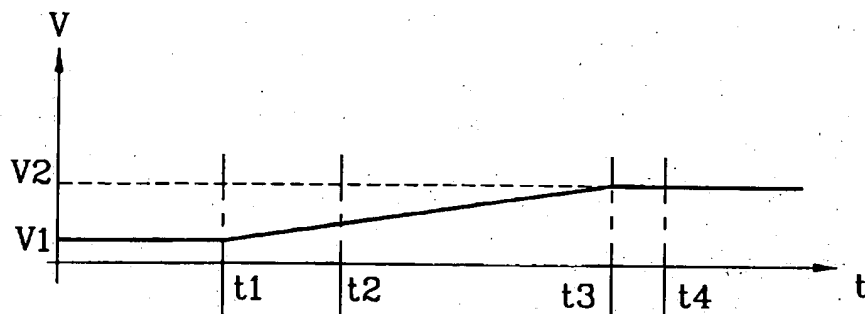
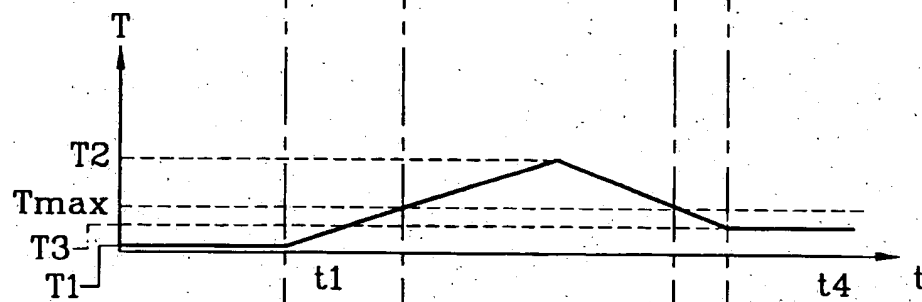
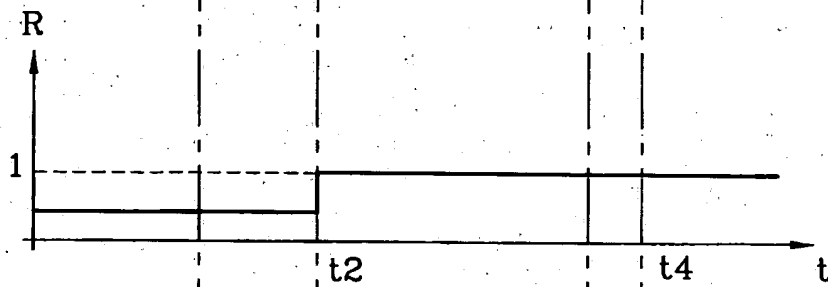
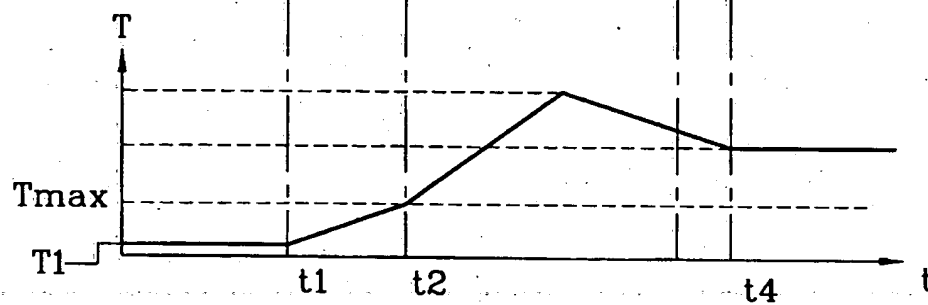
8. Groupe motopropulseur selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que le moteur à combustion (12) est un moteur à injection directe.

9. Groupe motopropulseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la machine électrique (14) est intégrée au volant d'inertie du moteur à combustion (12).

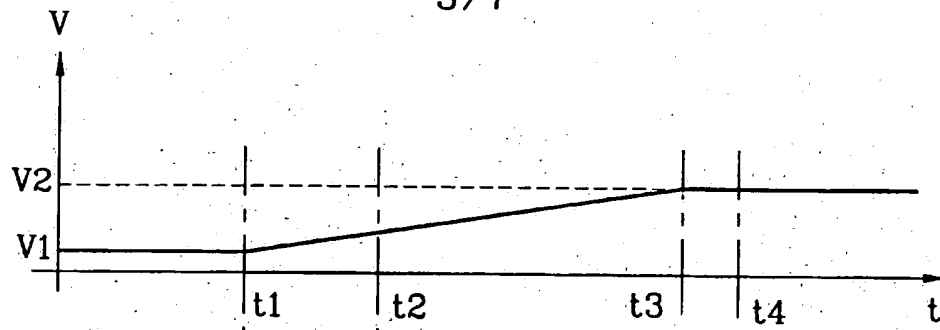
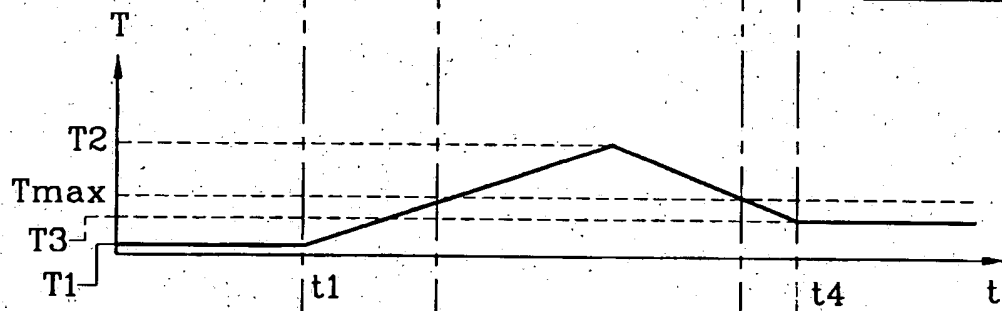
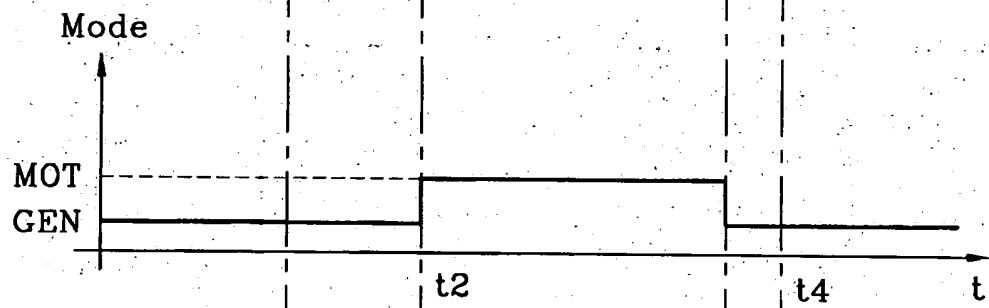
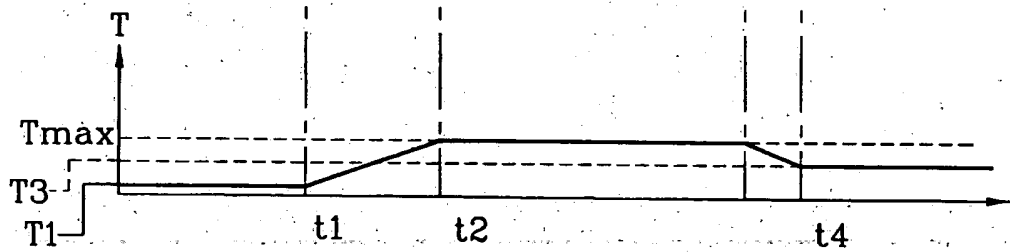
10. Groupe motopropulseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le moteur à combustion (12) est un moteur à allumage commandé.

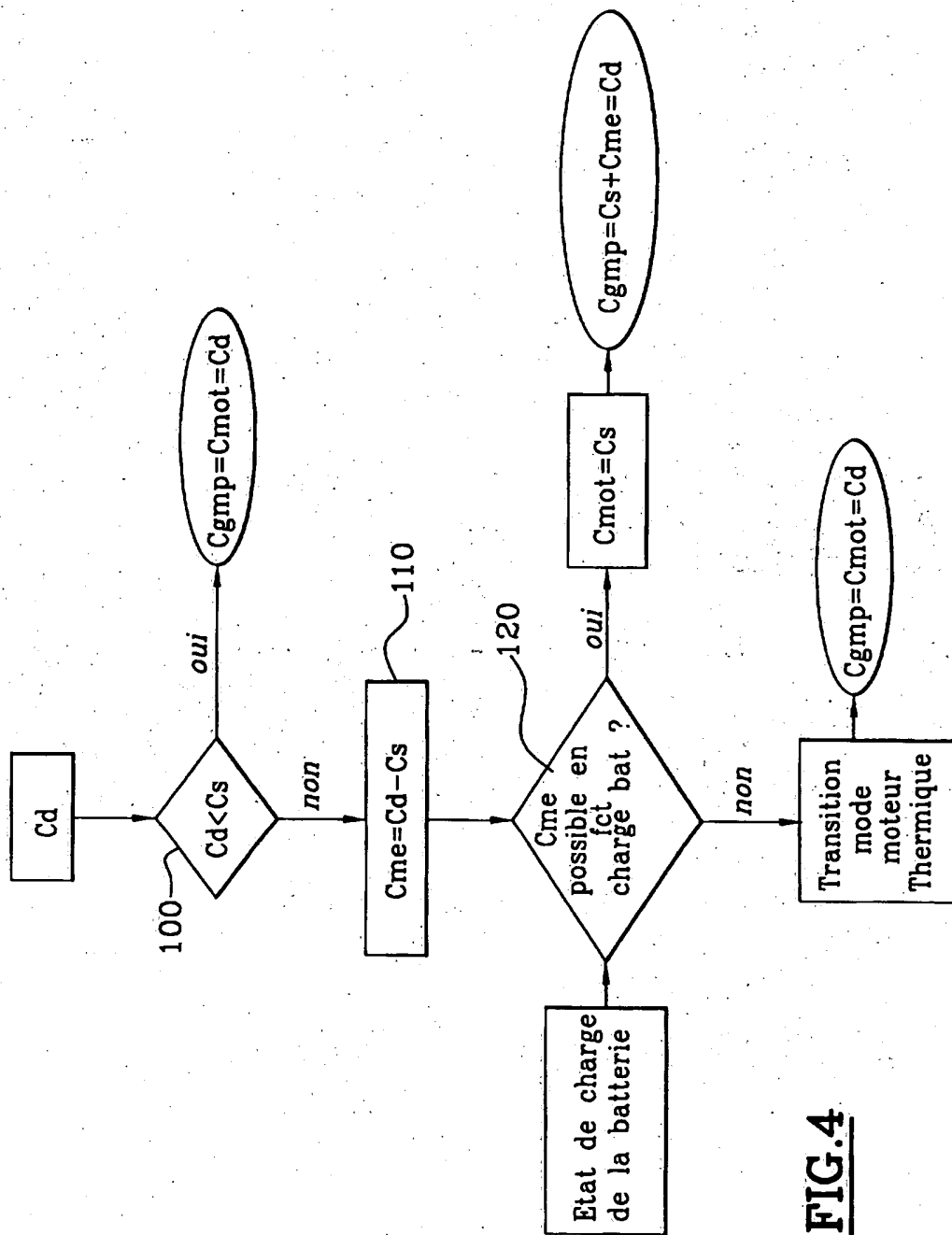


2/7

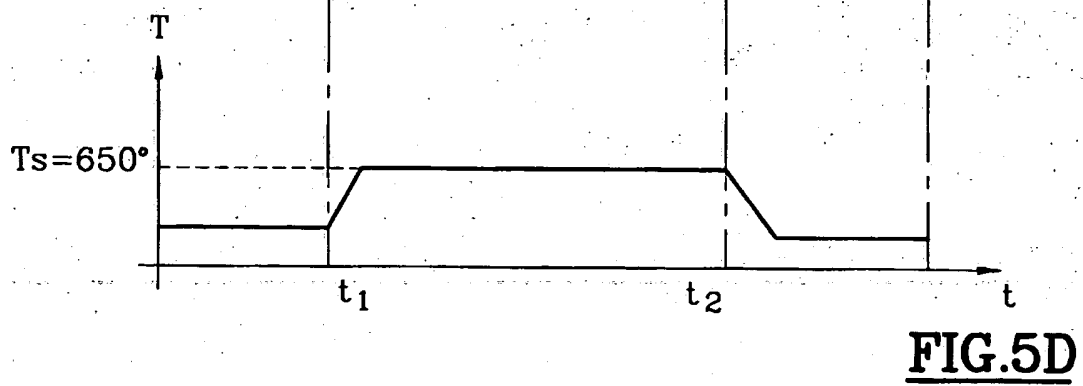
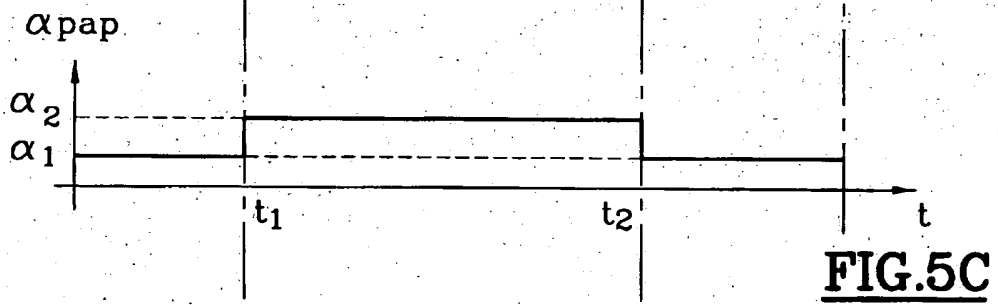
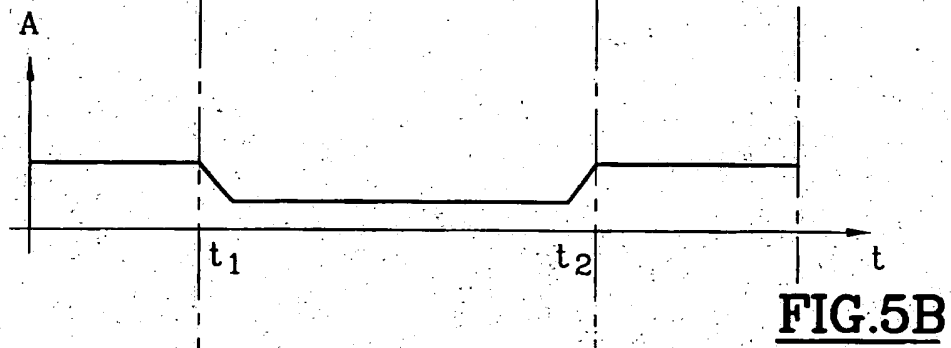
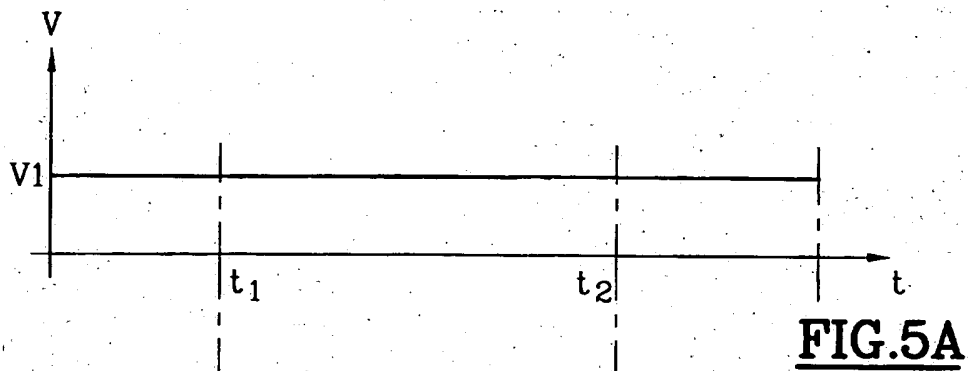
**FIG.2A****FIG.2B****FIG.2C****FIG.2D**

3/7

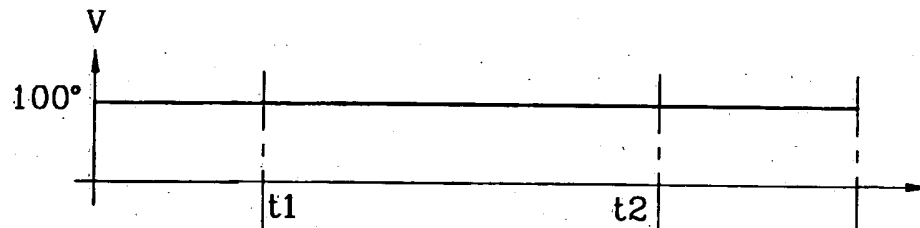
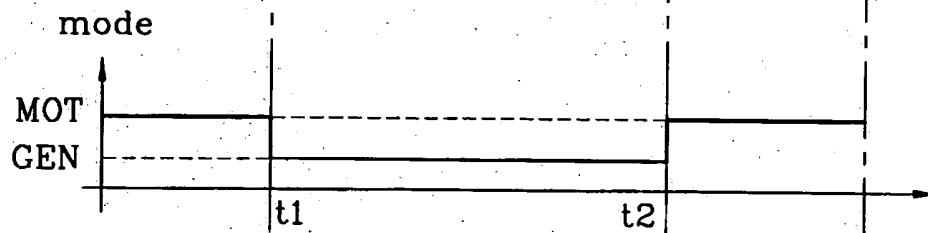
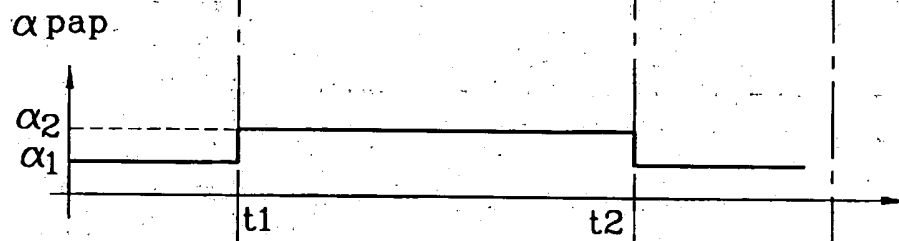
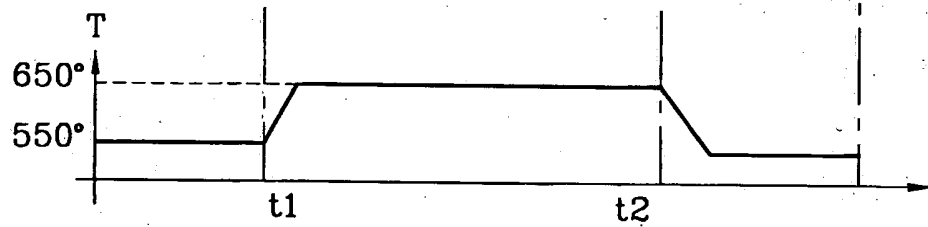
FIG. 3AFIG. 3BFIG. 3CFIG. 3D

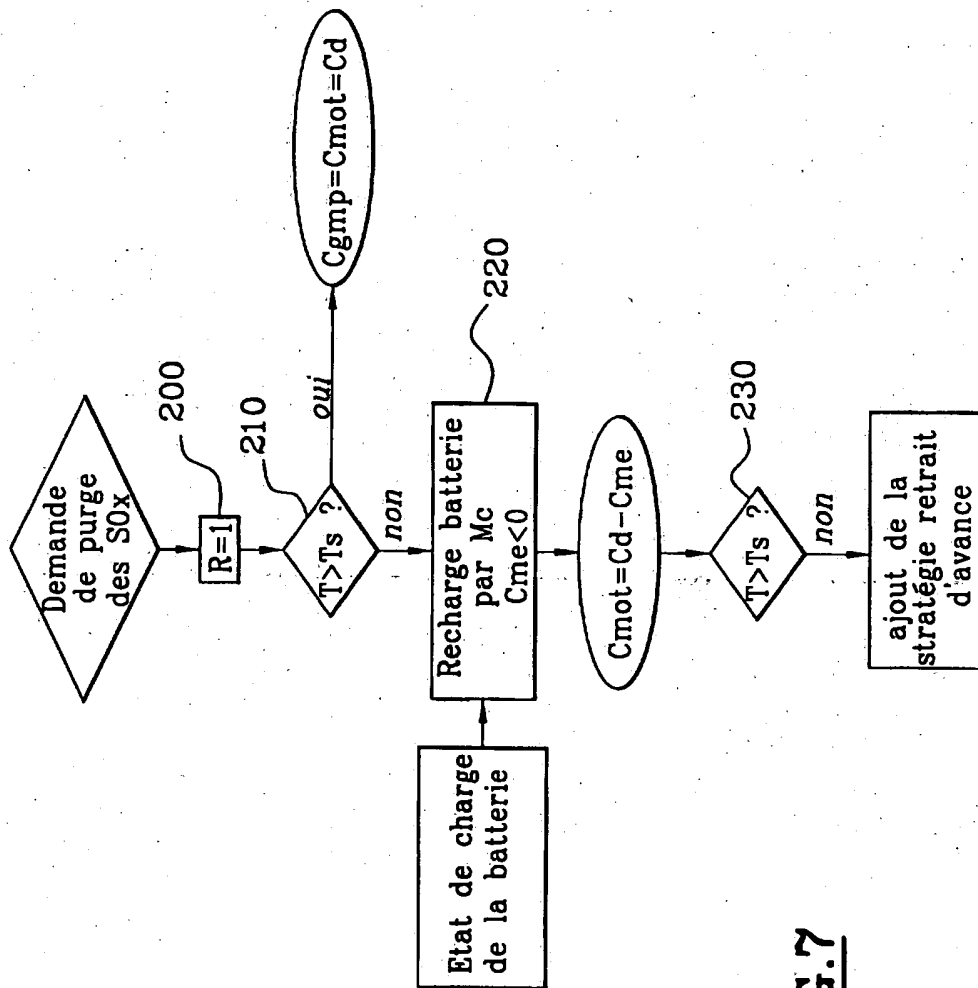
**FIG. 4**

5/7



6/7

FIG.6AFIG.6BFIG.6CFIG.6D

**FIG. 7**



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 563359  
FR 9813001

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP 0 860 595 A (FORD GLOBAL TECH INC) 26 août 1998. * abrégé; figure 1 * * colonne 2, ligne 33 - ligne 37 *	1,2,10
A	US 5 343 970 A (SEVERINSKY ALEX J) 6 septembre 1994 * abrégé; figures 4,9,13 * * colonne 12, ligne 13 - ligne 21 *	1,10
A	WO 92 15778 A (FORD WERKE AG ; FORD MOTOR CO (US); FORD FRANCE (FR); FORD MOTOR CO) 17 septembre 1992 * page 2, ligne 34 - page 3, ligne 20 *	1
A	DE 196 18 865 A (FICHTEL & SACHS AG) 13 novembre 1997 * abrégé; figure 2 * * colonne 2, ligne 3 - ligne 5 *	1,9
		<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)</b>
		B60K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
16 juin 1999		Wagner, H
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

DERWENT-ACC-NO: 2000-341887

DERWENT-WEEK: 200030

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Hybrid power unit for road vehicle, comprises  
close-coupled IC engine and electric motor, so controlled  
as to maintain weak-mixture engine operation with minimal  
pollution

INVENTOR: BASTIEN, R; CORNET, P O ; CORNET, P

PATENT-ASSIGNEE: RENAULT SA[RENA] , REGIE NAT USINES  
RENAULT[RENA]

PRIORITY-DATA: 1998FR-0013001 (October 16, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES
MAIN-IPC			
FR 2784626 A1	April 21, 2000	N/A	033 B60K 006/02
WO 200023295 A1	April 27, 2000	F	000 B60K 006/04

DESIGNATED-STATES: BR JP KR US AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR  
IE IT LU MC NL  
PT SE

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
FR 2784626A1	N/A	1998FR-0013001	October 16, 1998
WO 200023295A1	N/A	1999WO-FR02513	October 15, 1999

INT-CL (IPC): B60K006/02, B60K006/04 , B60K013/04 , B60K041/00

ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2784626A

## BASIC-ABSTRACT:

**NOVELTY** - The IC engine (12) has direct fuel injection designed for good fuel economy under moderate loads using a stratified weak mixture. Its crankshaft (18) is directly connected to a fly-wheel integrated with the rotor (16) of the electric motor (14), which interposed between the engine and the transmission (20). An electronic management unit (22) controls engine and motor operation, primarily to meet the net torque output demanded by the driver through accelerator pedal depression.

**DETAILED DESCRIPTION** - Demand is met by the engine, the motor, sometimes in generator mode, intervening to sustain weak-mixture engine operation and to set exhaust gas temperatures at values consistent with pollution control requirements. Exhaust gas treatment includes a catalytic converter with a NO<sub>x</sub> trap retaining oxides of nitrogen. For correct trap operation gas temperatures should lie between e.g. 250 deg. C and 450 deg. C. Above a threshold engine torque value, in weak-mixture running, the higher figure will be exceeded. To prevent this, while maintaining fuel economy, the management unit will, if the battery is adequately charged, meet the excess torque demand using the motor. To raise low gas temperatures into the trap range the motor is run as a generator, artificially increasing the engine load, the excess energy being stored in the battery. High temperatures (600 deg. C) for sulfur oxide purging are obtained in the same way.

**USE** - Power unit for a hybrid vehicle

**ADVANTAGE** - Minimal fuel consumption combined with good pollution control.

**DESCRIPTION OF DRAWING(S)** - The figure shows a schematic of the engine and motor arrangements

IC engine 12

Electric motor 14

Rotor/flywheel 16

Crankshaft 18

Transmission 20

Management unit 22

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/7

TITLE-TERMS: HYBRID POWER UNIT ROAD VEHICLE COMPRISE CLOSE  
COUPLE IC ENGINE

ELECTRIC MOTOR SO CONTROL MAINTAIN WEAK MIXTURE  
ENGINE OPERATE  
MINIMUM POLLUTION

DERWENT-CLASS: Q13 X21 X22

EPI-CODES: X21-A01D; X21-B04; X22-A03A2A; X22-A03J; X22-A09; X22-P04;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2000-256881